

ФОРМАЛІЗАЦІЯ ЗАДАЧІ КОРЕКЦІЇ РАДІОТЕХНІЧНИХ ВИМІРЮВАЧІВ

Бичковський В. О., к.т.н., доц.; Реутська Ю. Ю., аспірант

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

Одним із ефективних методів підвищення точності та зменшення ймовірності зриву слідування в радіоелектронних автоматичних системах є комплексування їх з системами, які працюють на інших фізичних принципах та забезпечують надходження інформації про той же самий зовнішній вплив. Серед різноманітних варіантів комплексування радіотехнічних та нерадіотехнічних вимірювачів (РВ та НРВ) досить часто використовують схему з корекцією, тобто схему із введенням інформації в контур слідування радіотехнічного вимірювача [1]. Традиційний підхід до опису процесів в системах з корекцією базується на процедурі аналізу перетворень носіїв інформації (сигналів), а не самої інформації. Отже, використовується енергетичний, а не інформаційний підхід. Виходячи із сучасних наукових концепцій такий підхід не можна вважати достатнім, оскільки логічна та прагматична інформація щодо процесів, які спостерігаються, є недоступною. Тому доцільно використовувати інформаційні та ймовірнісні показники [2, 3]. На підставі інформаційного підходу до аналізу процесу корекції радіотехнічних вимірювачів представляється можливим встановити залежність ймовірності виконання задачі корекції від кількості доступної інформації та визначити умови забезпечення корекції.

В межах задачі корекції РВ за допомогою НРВ приймемо до уваги, що ймовірність P_2 виконання заданої функції НРВ в умовах надходження інформації I_2 поступово збільшується та асимптотично наближається до одиниці. Якщо K_2 — константа швидкості зміни P_2 , то можна записати

$$dP_2 = K_2(1 - P) dI_2. \quad (1)$$

Для РВ ймовірність виконання поставленої задачі P_1 в умовах надходження інформації I_1 залежить від системи у цілому. Отже,

$$dP_1 = K_1(1 - P) dI_1, \quad (2)$$

де K_1 — константа швидкості зміни P_1 , $P = 1 - g_1 g_2$, $g_1 = 1 - P_1$, $g_2 = 1 - P_2$. Таким чином, на підставі рівнянь (1), (2) визначаємо

$$\frac{dg_1}{dI_1} = -K_1 g_1 g_2, \quad (3)$$

$$\frac{dg_2}{dI_2} = -K_2 g_2. \quad (4)$$

Прийmemo до уваги, що $I_1 = \ln N_1$, $I_2 = \ln N_2$, де N_1 , N_2 — інформаційні спроможності вимірювачів [4]. Тоді можна записати

$$dI_1 = \left(\frac{1}{N_1} \right) dN_1, \quad dI_2 = \left(\frac{1}{N_2} \right) dN_2. \quad (5)$$

На підставі формул (3), (4), (5) знаходимо

$$\frac{dg_2}{g_2} = -K_2 \frac{dN_2}{N_2}, \quad (6)$$

$$\frac{dg_1}{g_1} = -K_1 g_2 \frac{dN_1}{N_1}. \quad (7)$$

Інтегруючи ліву частину рівняння (6) від 1 до g_2 , а праву від 1 до N_2 , визначаємо

$$g_2 = N_2^{-K_2}. \quad (8)$$

Враховуючи рівняння (8), проінтегруємо ліву частину рівняння (7) від 1 до g_1 , а праву від 1 до N_1 . Тоді отримаємо наступний результат

$$g_1 = N_1^{-K_1 N_2^{-K_2}}. \quad (9)$$

Таким чином, $p = 1 - N_2^{-K_2} N_1^{-K_1 N_2^{-K_2}}$. Тоді, встановивши вимогу до інформаційної спроможності РВ, отримаємо $N_1^{K_1} = \left[(1 - p) N_2^{K_2} \right]^{-N_2^{K_2}}$ та критичне значення N_2 , коли $N_1 = 1$: $N_{2\text{кр}} = (1 - p)^{-1/K_2}$.

Оскільки за умови $N_1 = 1$ кількість інформації $I_1 = \ln N_1 = 0$ та критична ситуація означає, що використання НРВ, у яких $N_2 \leq N_{2\text{кр}}$, не забезпечує режиму корекції РВ.

Розглядаючи задачу у почасовій області, прийmemo до уваги, що $I_1 = C_1 t$, $I_2 = C_2 t$, де C_1 , C_2 — швидкості надходження інформації в вимірювачі. Тоді $dI_1 = C_1 dt$, $dI_2 = C_2 dt$. На підставі рівняння (4) знаходимо

$$\frac{dg_2}{g_2} = -K_2 C_2 dt. \quad (10)$$

Інтегруючи ліву частину рівняння (10) від 1 до g_2 , а праву від 0 до t , визначаємо

$$g_2 = \exp(-K_2 C_2 t). \quad (11)$$

На підставі формул (3), (11) запишемо:

$$\frac{dg_1}{g_1} = -K_1 C_1 \exp(-K_2 C_2 t) dt. \quad (12)$$

Інтегруючи ліву частину рівняння (12) від 1 до g_1 , а праву від 0 до t , знаходимо

$$g_1 = \exp\left[-\frac{K_1 C_1}{K_2 C_2} (1 - \exp(-K_2 C_2 t))\right]. \quad (13)$$

На підставі формули (13) визначаємо час роботи, який забезпечує ймовірність виконання задачі $P_1 = 1 - g_1$ радіотехнічним вимірювачем

$$t = \frac{1}{K_2 C_2} \ln \frac{1}{1 - \frac{K_2 C_2}{K_1 C_1} \ln \frac{1}{1 - p_1}}.$$

Таким чином, отримані результати дають можливість встановити вимоги до НРВ та визначити час корекції РВ.

Перелік посилань

1. Вагапов В. Б. Автоматика радиоэлектронных систем. — К.: Вища школа, 1988. — 351 с.
2. Волкова В. Н. Основы теории систем и системного анализа. / В. Н. Волкова, А. А. Денисов — СПб.: СПбГПУ, 2004. — 520 с.
3. Згуровський М. З. Основы системного анализа. / М. З. Згуровський, Н. Д. Панкратова. — К.: Видавнича група ВНУ, 2007. — 544 с.
4. Новицкий П. В. Основы информационной теории измерительных устройств. — М.: Энергия, 1968. — 248 с.

Анотація

На підставі інформаційного підходу до аналізу процесу корекції радіотехнічних вимірювачів встановлено залежність ймовірності виконання задачі корекції від кількості доступної інформації. Визначено умову забезпечення корекції та встановлено час, необхідний для виконання корекції радіотехнічного вимірювача нерадіотехнічним вимірювачем.

Ключові слова: вимірювачі, корекція, ймовірність, інформація.

Аннотация

На основе информационного подхода к анализу процесса коррекции радиотехнических измерителей установлена зависимость вероятности выполнения задачи коррекции от количества доступной информации. Определено условие обеспечения коррекции и установлено время, необходимое для выполнения коррекции радиотехнического измерителя нерадіотехническим измерителем.

Ключевые слова: измерители, коррекция, вероятность, информация.

Abstract

On the basis of the information approach to the analysis of the radio gauges correction process set dependence task execution correction probability of the number of available information is set. The condition of maintenance of correction and the time required to perform the correction of the radio meter by the non radio mater are determined.

Keywords: measurer, correction, probability, information.